

Голові спеціалізованої вченої ради із
розгляду та захисту дисертації на
здобуття ступеня доктора філософії
доктору технічних наук, професору,
професору кафедри гірничих технологій
та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
Державного університету
«Житомирська політехніка»
Темченку Анатолію Георгійовичу

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

*кандидата технічних наук Ган Олени Валеріївни на дисертацію
Соколовського Володимира Олеговича «Технологічні рішення мінімізації
сейсмічного впливу вибухових робіт у гранітних кар'єрах з геологічними
порушеннями», подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі
знань 18 – Виробництво та технології за спеціальністю 184 – Гірництво*

Актуальність теми дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Соколовського В.О. на тему «Технологічні рішення мінімізації сейсмічного впливу вибухових робіт у гранітних кар'єрах з геологічними порушеннями» є актуальною з точки зору геотехнічної і гірничої механіки. Масові вибухи в гранітних кар'єрах генерують пружні хвилі, вплив яких на об'єкти критичної інфраструктури визначається не лише амплітудою коливань, а й співвідношенням домінантної частоти вибухового спектра із власною частотою коливань споруд. У кар'єрах з тектонічними розломами ця задача ускладнюється анізотропним характером поширення хвиль, що недостатньо враховано в чинних підходах до нормування сейсмобезпеки в Україні. Дослідження автора спрямоване на розв'язання саме цієї проблеми шляхом математичного моделювання поширення хвиль та розробки технологічних рішень, що дозволяють уникнути резонансного підсилення коливань. Актуальність роботи посилюється зростанням вимог до безпеки цивільних та промислових об'єктів, розташованих поблизу діючих кар'єрів, особливо в умовах, коли будівлі можуть мати накопичені пошкодження внаслідок бойових дій, що підвищує їх чутливість до додаткового вібраційного навантаження. Таким чином, дослідження має значний науковий і практичний потенціал у сфері забезпечення сейсмічної безпеки гірничодобувного виробництва.

Ступінь обґрунтованості й достовірність основних наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Ступінь обґрунтованості та достовірність основних наукових положень дисертації Соколовського В.О. є високою, що підтверджується поєднанням аналітичного, чисельного та експериментального підходів. Автор застосував апарат перетворень Лапласа і Фур'є для опису поширення пружних хвиль у

гранітному масиві з розломами, що є коректним і методологічно обґрунтованим інструментом для аналізу частотного складу вибухових коливань. Отримані аналітичні залежності узгоджуються з результатами натурних сейсмометричних вимірювань на Лезниківському та Ольшаницькому гранітних кар'єрах, а також з відомими в геомеханіці закономірностями загасання хвиль у неоднорідних середовищах. Достовірність висновків додатково підтверджується зіставленням з класичними емпіричними моделями (типу Садовського) та з результатами міжнародних досліджень сейсмічної дії вибухів на споруди. Практичні рекомендації щодо вибору схем ініціювання підтверджені зниженням рівня коливань на 20–60 % за результатами промислової апробації.

Наукове значення дисертації, достовірність і новизна наукових положень. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- Вперше отримано кількісні закономірності анізотропного поширення сейсмічних та сейсмоакустичних хвиль у гранітних масивах з геологічними розломами на основі комплексних натурних сейсмометричних вимірювань у реальних умовах кар'єрів, зокрема встановлено коефіцієнти затухання ($\beta = -1,442$ вздовж розлому проти $-1,022$ поперек) та коефіцієнт посилення пікової швидкості частинок (PPV) на 50–200 % уздовж осей розломів.
- Вперше запропоновано та науково обґрунтовано нову методологію визначення сейсмобезпечних відстаней (захисних ціликів) між ділянками щебеневого та блочного видобутку з урахуванням анізотропії масиву, кута простягання основної системи тріщинуватості ($\varphi = 0^\circ - 90^\circ$) та емпіричних коефіцієнтів K_{c1} , K_{c2} , n_1 , n_2 , що забезпечує запас міцності блочних уступів.
- Отримало подальшого розвитку емпіричне моделювання прогнозування пікової швидкості вібрацій (PPV) у тектонічно порушених гранітних масивах шляхом інтеграції ефекту інтерференції хвиль від розосереджених зарядів ($N = 3 - 5,35$), ефективної маси заряду Q_{ef} та масштабованої відстані, що забезпечує вищу точність прогнозу порівняно з класичними залежностями типу Садовського.
- удосконалено та експериментально підтверджено комплекс технологічних рішень мінімізації сейсмічного впливу (зменшення інтервалів уповільнення до 10–15 мс, орієнтація фронту підриву паралельно розломам), що дозволяє знизити рівень вібрацій на 20–60 % без втрати ефективності фрагментації в умовах Ольшаницького гранітного кар'єру.

Повнота висвітлення результатів дослідження в опублікованих працях. Дисертаційна робота Соколовського В.О. отримала вичерпне висвітлення в опублікованих працях, що забезпечує повне розкриття результатів дослідження. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 8 наукових працях, з них 6 - у фахових виданнях, включених

до переліку міжнародних наукометричних баз даних, 2 - у збірниках матеріалів всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Оцінка оформлення дисертації. Дисертація оформлена відповідно до чинних вимог. Викладення матеріалу послідовне, математичний апарат представлено коректно, позначення узгоджені між розділами. Аналіз дисертації підтверджує відповідність структури, логіки викладу та висновків у розділах вимогам до наукових кваліфікаційних праць.

Практичне значення дисертаційної роботи. Практичне значення дисертаційної роботи Соколовського В.О. полягає в розробці інженерних рішень, що дозволяють уникати резонансного підсилення коливань на об'єктах, розташованих поблизу гранітних кар'єрів. Запропонована методологія вибору схем ініціювання та інтервалів уповільнення (10–15 мс) дозволяє змістити домінуючу частоту вибухового спектра відносно власних частот типових цивільних і промислових споруд, знижуючи рівень коливань на 20–60 %. Це має значення для проєктування паспортів буровибухових робіт на кар'єрах, розташованих у зонах щільної забудови або поблизу об'єктів критичної інфраструктури. Розроблена математична модель поширення хвиль у розломних масивах може бути використана для попереднього прогнозування сейсмічного впливу на етапі проєктування нових кар'єрів, а також при оцінці технічного стану будівель, що зазнають систематичного вібраційного навантаження.

Академічна доброчесність. Дисертаційна робота Соколовського В.О. відповідає принципам академічної доброчесності, що підтверджується дотриманням етичних стандартів наукової діяльності. Автор чітко зазначає, що всі результати, представлені в дисертації, отримані ним особисто, про що свідчить звіт про перевірку на плагіат, доданий до роботи. Усі цитування та посилання на використані джерела, зокрема на роботи з теорії поширення пружних хвиль, оформлені коректно, із чітким зазначенням авторства ідей, даних і методик.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації. Незважаючи на численні позитивні аспекти, дисертаційна робота Соколовського В.О., як і будь-яке наукове дослідження цього напрямку, включає дискусійні положення, які потребують подальшого уточнення та доопрацювання, але не знижують загальної цінності проведеного дослідження, зокрема:

1. У роботі застосовано перетворення Лапласа і Фур'є для опису поширення пружних хвиль у розломному масиві. Які припущення щодо однорідності та пружних властивостей середовища всередині окремих блоків масиву були прийняті при побудові моделі, і як вони узгоджуються з реальною неоднорідністю гранітів?

2. У дисертації визначено коефіцієнт структурного ослаблення масиву. Яким чином цей коефіцієнт визначався експериментально, і чи враховувалася його залежність від ступеня вивітрювання приповерхневої зони кар'єру?

3. Запропонована методологія орієнтована на уникнення резонансу з власною частотою типових споруд. Чи враховувалися випадки, коли будівлі мають декілька значущих власних частот (форм коливань), і як це впливає на надійність рекомендацій?

4. У роботі використано дані натурних сейсмометричних вимірювань на двох кар'єрах. Чи проводилася верифікація математичної моделі на незалежній вибірці вимірювань, не залучених до побудови самої моделі?

5. Дисертація не деталізує вплив глибини закладення заряду відносно рівня ґрунтових вод на швидкість поширення сейсмоакустичних хвиль. Чи розглядався цей фактор при побудові узагальненої моделі?

Водночас варто підкреслити, що зазначені зауваження не применшують загальної наукової та практичної значущості дисертаційної роботи Соколовського В.О.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Соколовського Володимира Олеговича на тему: «Технологічні рішення мінімізації сейсмічного впливу вибухових робіт у гранітних кар'єрах з геологічними порушеннями» є завершеним самостійним науковим дослідженням, містить нові науково обґрунтовані результати у сфері гірництва, відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, а її автор - Соколовський В.О., заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 184 «Гірництво» галузі знань 18 «Виробництво та технології».

**Офіційний опонент доцент кафедри геоінженерії
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**
к.т.н.



О.В. Ган

